

## A mangánellátottsági szám képlete

KERESZTÉNY BÉLA, NAGY LEHEL és FEKETE ATTILA

KATE Mosonmagyaróvári, Mezőgazdaságtudományi Kar,  
Mosonmagyaróvár, Győr-Sopron megyei Növényvédelmi  
és Agrokémiail Állomás, Győr MÉM Növényvédelmi  
és Agrokémiail Központ, Budapest

A talaj mangánnal való ellátottságának meghatározásához annak könnyen oldódó mangántartalmán kívül pH-értékét is figyelembe kell vennünk (BERGMANN [1]). Az ajánlott, táblázat alapján, interpolálást igénylő értékelés helyett azonban előnyösebb az úgynevezett mangánellátottsági számok képlet alapján történő kiszámítása (KERESZTÉNY [4]), mert ezáltal a különböző kémhatású talajok mangánellátottsága összehasonlíthatóvá válik.

Hasonló ellátottsági szám kidolgozására először MÜLLER [6] tett kísérletet. Az általa „molibdényszám”-nak nevezett érték a GRIGG szerint meghatározott könnyen oldódó molibdéntartalom tízszeresének és a nKCl-os talajszuszpenzióban mért pH-értéknek az összege.

A mangánellátottsági szám képletének kidolgozása kezdetben a BERGMANN [1] könyvében megadott ideiglenes határértékek alapján történt (KERESZTÉNY [4]). Ezeket ugyanis más irodalmi források is közlik lényegében azonos formában, így VETTER és munkatársai [10], vagy erősen módosított értékekkel, mint GRUBER [2]. A felsorolt közleményekből egyértelműen kitűnik, hogy a mangánhiányt jelző talaj-mangántartalmi határértékek nagysága a pH-értékek növekedésével jelentősen növekszik, legalábbis a nKCl-os talajszuszpenzióban mért 6–7 pH-értékhatarok között. Ilyen módon, alapul véve az említett határértékeket, a mangánellátottsági számot a következő képlettel lehetett kiszámítani:

$$Mn_e = \frac{0,1 Mn_{sz}}{pH_{KCl} - 5,7}$$

E képletben  $Mn_e$  a mangánellátottsági számot,  $Mn_{sz}$  a szulfid Mn-tartalmat  $pH_{KCl}$  pedig a nKCl-os talajszuszpenzióban mért pH-értékeket jelenti. A képlet csak 6–7 pH-érték között érvényes. A közepes mangánellátottságot a 4,7–6,0  $Mn_e$ -értékek jelzik. Ha a fenti képletbe a 4,7  $Mn_{sz}$ -értéket és a nKCl-os talajszuszpenzióban mért valamelyik 6–7 közötti pH-értéket behelyettesítjük, akkor jó közelítéssel megkapjuk a BERGMANN [1] könyvében közölt ideiglenes határértékeket. Ez bizonyítja, hogy a képlet segítségével egy számmal ugyanúgy jellemezhető a talajok mangánellátottsága, mint a BERGMANN [1] könyvében található táblázat alapján történő értékeléssel.

Ilyen módon számolva azonban a gyengén lúgos talajok mangántartalma úgyszólván mindig kevésnek minősül, holott az eddigi vizsgálatok szerint ilyen

talajokon termő növények mangánellátottsága megfelelő (KERESZTÉNY [3]) lehet. A SCHACHTSCHABEL [9] eredeti közlésében szereplő adatok szerint viszont a zabnövények mangánhiány-jelenségei 6–7 pH-értékek között függetlenek voltak a talaj aktív mangántartalmától, de mangánhiányt csak a n KCl-os talajszuszpenzióban mért 5,8 pH-nál lúgosabb kémhatású talajokon tapasztalt. Saját megfigyeléseink szerint azonban a kukoricanövények levelének mangántartalma éppen pozitív korrelációban van a talaj pH-értékével, ha figyelembe vesszük a talaj aktív mangántartalmát is. Ennek oka minden bizonnyal az, hogy a talaj aktív mangántartalma nagyobb mértékben csökken a pH-érték növekedésével, mint a növények mangánfelvétele.

Ezért növényelemzési adatok alapján olyan képletet szándékoztunk kialakítani, amelynek segítségével jobb közelítéssel számítható ki a talajok mangánnal való ellátottsága.

### Anyag és módszerek

Vizsgálataink alapját az a 42 talaj- és kukorica-levelminta képezte, melyeket 1964. nyarán nagyrészt ÁGH PÁL vett. A levelminták Dunántúl különböző talajtípusairól (barna erdőtalajok, csernozjomtalajok, réti-, öntés- és láptalajok) származnak, üzemi kukoricatáblákról. Egy-egy mintaterületen 20-20 kukoricatőről téptük le virágzaskor a virággal szemközt levő levelet. Minden egyes kukoricatőről feltalaj-mintát is vettünk. A 20-20 növény-, illetőleg talajmintát azután egy-egy mintává egyesítettük. A tanulmányozott 42 mintatér talajvizsgálati adatainak szélső értékeit az 1. táblázat tartalmazza.

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy a tanulmányozott talajok fizikai féleség, szervesanyag-tartalom, könnyen oldódó mangántartalom és mésztartalom tekintetében jelentősen eltérnek egymástól, nincsenek azonban közöttük szélsőséges kémhatású talajok.

#### 1. táblázat

A kukoricanövények alól vett talajminták vizsgálati adatainak szélső értékei

| (1)<br>Talajvizsgálati adat  | (2)<br>A legkisebb<br>érték | (3)<br>A legnagyobb<br>érték | (4)<br>Átlag | CV% |
|--|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----|
| Arany szerint meghatározott kötöttségi szám (K)                    | 25                          | 110                          | 43           | 37  |
| Szervesanyag-tartalom % (Sz)                                       | 0,7                         | 34,2                         | 3,5          | 143 |
| Vizes talajszuszpenzióban mért pH-érték (pH)                       | 6,4                         | 7,9                          | 7,5          | 5   |
| n KCl-os talajszuszpenzióban mért pH-érték<br>(pH <sub>KCl</sub> ) | 5,6                         | 7,5                          | 6,9          | 6   |
| Mésztartalom % (Ca)  | 0                           | 36                           | 7            | 134 |
| Szulfid-Mn-tartalom mg Mn/kg (Mn <sub>sz</sub> )                   | 12                          | 96                           | 39           | 50  |
| EDTA + KCl-al kivont Mn-tartalom mg Mn/kg<br>(Mn <sub>E</sub> )    | 12                          | 316                          | 121          | 65  |

Az alapvető talajvizsgálatokat a hagyományos módszerekkel, a könnyen oldódó talajmangán-meghatározásokat pedig SCHACHTSCHABEL [9] eljárása szerint, 8 pH-jú magnéziumszulfáttal és nátrium-szulfittal tartalmazó oldattal való kioldás útján, továbbá a MÉM NAK agrokémiai laboratóriumaiban használatos 0,05 M EDTA + 0,1 n KCl-al való kioldással, a levelminták mangán-

tartalmának meghatározását a módosított PEJVE és RIN'KISZ [8] eljárással, nedves roncsolás után fotometriásan, illetőleg atomabszorpciós eljárással végeztük. A vizsgálatokat két-háromszor megismételtük, és a továbbiakban az így kapott adatok középértékével számoltunk. A láptalajok ARANY-féle kötöttségi száma helyett azt a 100 g-ra számított vízmennyiséget vettük, amely mellett a talajpép éppen folyóssá vált.

Az adatokból többszörös regressziós egyenlet segítségével meghatároztuk, hogyan függ a növények mangántartalma az egyes talajparaméterektől majd ezen ismeretek alapján képleteket alakítottunk ki 1–3 tényezővel. A regressziós egyenletet magát nem tekintettük alkalmasnak a képlet helyettesítésére, mivel az előbbiben csaknem mindig jelenlevő konstans érték miatt előfordulhat negatív mangánellátottsági szám, vagy pozitív konstans érték esetében a mangántartalom teljes hiánya mellett is előfordulhat pozitív mangánellátottsági szám, ami elvi lehetetlenség.

A kialakított képlettel kiszámítottuk nagyszámú dunántúli talajminta mangánellátottsági számát, és azok %-os megoszlását összehasonlítottuk a hagyományos módon, a BERGMANN [1] könyvében megadott határértékek alapján KERESZTÉNY és NAGY [5] szerint számított mangánellátottsági számok megoszlásával.

### Számítási eredmények

A számítások az alábbi többszörös regressziós egyenlethez vezettek:

$$\begin{aligned} \text{Mn}_n = & -954 - 2,80 K + 0,0172 K^2 + 1,61 \text{Sz} - 0,239 (\text{Sz})^2 + \\ & + 245 (\text{pH}_{\text{KCl}}) - 1,53 (\text{pH}_{\text{KCl}})^2 - 1,64 (\text{pH}_{\text{KCl}})^3 - \\ & - 0,0831 \text{Ca} + 0,0275 (\text{Ca})^2 + 1,01 \text{Mn}_{\text{sz}} \end{aligned}$$

Az egyenletben  $\text{Mn}_n$  a kukoricalevek mangántartalmát jelenti mg Mn/kg-ban kifejezve, a többi jelölések pedig az 1. táblázatban megtalálhatók.

A fenti egyenletben egyedül az  $\text{Mn}_{\text{sz}}$  regressziós együtthatója szignifikáns, a K és a  $(\text{pH}_{\text{KCl}})^3$  regressziós együtthatója pedig nagyobb a szórásánál. Ezeknek a talajparamétereknek a hatását érdemes tehát figyelembe venni a képletben. Az új képlet kialakítása során a vizes szuszpenzióban mért pH-értéket vettük figyelembe. Az így felállított képleteket, továbbá a képletekkel számított mangánellátottsági számok, valamint a kukoricalevek mangántartalma közötti összefüggések szorosságát jelző r-értékeket a 2. táblázat első négy sora tartalmazza.

A 2. táblázat adatai szerint a kukoricalevek mangántartalma, valamint a talajminták könnyen oldódó mangántartalma közötti összefüggés gyenge, de még gyengébbé válik, ha a BERGMANN [1] könyvében található ideiglenes határértékkategóriák alapján a könnyen oldódó mangántartalmat elosztjuk a n KCl-os talajszuszpenzióban mért pH-értékeknél 5,3-el kisebb számmal, mint ez a táblázat 2. sorából látható. A 2. táblázat 3. sora szerint a kukoricalevek mangántartalmát a talaj könnyen oldódó mangántartalmán kívül legnagyobb mértékben a talaj kötöttségi száma befolyásolja, fordított arányban. A 2. táblázat 4. sora szerint a pH-érték szorozóként való figyelembe vétele fokozza a képlettel számított mangánellátottsági számok, valamint a kukoricalevek mangántartalma közötti összefüggés szorosságát, különösen akkor, ha belőle 5-öt levonunk. A 4. képlettel számított mangánellátottsági számok jó közepes

2. táblázat

A kukoricalevelek mangántartalma, valamint a talajparaméterekből alkotott különböző képletekkel számított Mn-ellátottsági számok közötti összefüggéseket jellemző korrelációs együtthatók

| (1)<br>A képlet sor-<br>száma | (2)<br>A képlet                  | r     |
|-------------------------------|----------------------------------|-------|
| 1.                            | $Mn_{sz}$                        | 0,354 |
| 2.                            | $\frac{Mn_{sz}}{pH_{KCl} - 5,3}$ | 0,044 |
| 3.                            | $\frac{Mn_{sz}}{K}$              | 0,555 |
| 4.                            | $\frac{Mn_{sz}(pH - 5)}{K}$      | 0,613 |
| 5.                            | $Mn_E$                           | 0,299 |
| 6.                            | $(Mn_E)^{0,5}$                   | 0,360 |
| 7.                            | $\frac{(Mn_E)^{0,5}}{K}$         | 0,567 |
| 8.                            | $\frac{(pH - 5)(Mn_E)^{0,5}}{K}$ | 0,614 |
| $Szr_5\%$                     |                                  | 0,304 |

korrelációban vannak ( $r = 0,613$ ) a kukoricalevelek mangántartalmával, ami igen jónak tekinthető, ha meggondoljuk, hogy a levelek mangántartalmát egyéb környezeti tényezők is jelentősen befolyásolják.

A 4. képletben használt pH-értékekkel azonban bizonyos megszorításokat kell alkalmaznunk. Az 1. táblázat adatai szerint ugyanis a számításokhoz használt talajminták vizes szuszpenzióban mért pH-értéke 6,4–7,9 közé esik. A megadott képlet tehát szigorúan véve csak ilyen kémhatású talajokra vonatkozhat. A BERGMANN [1] könyvében levő táblázat szerint is csupán 6–7 között befolyásolják a n KCl-os talajszuszpenzióban mért pH-értékek a mangántartalmi határértékeket. Mindezek alapján célszerű, ha kereken a 6,5–8,0 pH-értékeket (vizes talajszuszpenzióban mérve) tekintjük szélső értékeknek, és az ennél kisebb pH-értékeket 6,5-nek, a 8,0-nál nagyobbakat pedig 8-nak vesszük.

A talaj mangánellátottsági számának kiszámításához célszerű a 2. táblázat 4. sorában található képletet még 37-tel megszorozni, mivel így a gyenge mangánellátottság felső határát 25-nek vehetjük, ahogy a többi egyenértékűsített mikroelem-ellátottsági számoknál (B-, Cu-, Mo-, Zn-ellátottsági számok) is 25-nek vettük ezt a határértéket (KERESZTÉNY és NAGY [5]). NELSON [7] szerint ugyanis 25 mg Mn/kg a kukoricánövénny csővel szembeni levelének virágzáskor meghatározott, a gyenge mangánellátottság felső határát jelentő mangántartaloma. Ezt figyelembe véve az alábbi képletet kapjuk:

$$Mn_e = \frac{37 Mn_{sz}(pH - 5)}{K}$$

3. táblázat

A régi és az új képlettel számított mangánellátottsági számok gyakorisági megoszlása különböző talajfőttípusokban (%)

| (1)<br>Mn-ellátottsági szám | (2)<br>Öntéstalajok |           | (3)<br>Réti talajok |           | (4)<br>Láptalajok |           | (5)<br>Barna erdő-<br>talajok |           | (6)<br>Csernozjom<br>talajok |           |
|-----------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
|                             | (7)<br>Minták száma |           |                     |           |                   |           |                               |           |                              |           |
|                             | 36                  |           | 104                 |           | 38                |           | 366                           |           | 300                          |           |
|                             | (8)<br>Régi         | (9)<br>Új | (8)<br>Régi         | (9)<br>Új | (8)<br>Régi       | (9)<br>Új | (8)<br>Régi                   | (9)<br>Új | (8)<br>Régi                  | (9)<br>Új |
|                             | képlettel számolva  |           |                     |           |                   |           |                               |           |                              |           |
| 0 – 4                       | 6                   | 1         | 1                   | 0         | 13                | 19        | 1                             | 0         | 11                           | 2         |
| 5 – 9                       | 33                  | 1         | 5                   | 2         | 29                | 23        | 2                             | 1         | 16                           | 4         |
| 10 – 14                     | 33                  | 2         | 22                  | 1         | 13                | 18        | 1                             | 0         | 19                           | 3         |
| 15 – 19                     | 14                  | 4         | 31                  | 3         | 11                | 10        | 2                             | 1         | 19                           | 3         |
| 20 – 24                     | 3                   | 5         | 7                   | 3         | 5                 | 8         | 1                             | 0         | 9                            | 4         |
| 25 – 29                     | 0                   | 8         | 3                   | 5         | 11                | 7         | 2                             | 1         | 11                           | 4         |
| 30 – 39                     | 0                   | 17        | 8                   | 12        | 3                 | 7         | 10                            | 1         | 9                            | 8         |
| 40 – 49                     | 0                   | 25        | 0                   | 10        | 3                 | 4         | 8                             | 2         | 2                            | 8         |
| 50 – 59                     | 0                   | 14        | 1                   | 10        | 5                 | 4         | 7                             | 2         | 1                            | 11        |
| 60 – 69                     | 0                   | 8         | 4                   | 10        | 3                 | 0         | 7                             | 2         | 1                            | 11        |
| 70 – 79                     | 0                   | 7         | 1                   | 11        | 3                 | 0         | 6                             | 3         | 0                            | 6         |
| 80 – 89                     | 3                   | 1         | 1                   | 8         | 0                 | 0         | 3                             | 3         | 0                            | 5         |
| 90 – 99                     | 6                   | 1         | 1                   | 4         | 0                 | 0         | 3                             | 3         | 0                            | 5         |
| 100 – 109                   | 0                   | 2         | 1                   | 6         | 0                 | 0         | 4                             | 2         | 0                            | 4         |
| 110 – 119                   | 0                   | 1         | 0                   | 4         | 0                 | 0         | 4                             | 4         | 0                            | 3         |
| 120 – 129                   | 0                   | 1         | 3                   | 3         | 0                 | 0         | 2                             | 4         | 0                            | 2         |
| 130 – 139                   | 0                   | 0         | 0                   | 1         | 3                 | 0         | 3                             | 5         | 0                            | 2         |
| 140 – 149                   | 0                   | 1         | 3                   | 1         | 0                 | 0         | 2                             | 5         | 0                            | 4         |
| 150 – 159                   | 0                   | 0         | 0                   | 2         | 0                 | 0         | 2                             | 7         | 0                            | 2         |
| 160 – 169                   | 0                   | 0         | 0                   | 1         | 0                 | 0         | 2                             | 6         | 0                            | 2         |
| 170 – 179                   | 3                   | 0         | 2                   | 1         | 0                 | 0         | 1                             | 8         | 0                            | 3         |
| 180 – 189                   | 0                   | 0         | 0                   | 2         | 0                 | 0         | 4                             | 12        | 0                            | 2         |
| 190 –                       | 0                   | 0         | 8                   | 0         | 0                 | 0         | 21                            | 28        | 1                            | 2         |
| a) Összesen                 | 101                 | 99        | 102                 | 100       | 102               | 100       | 98                            | 100       | 99                           | 100       |

E képletben is a mangán-ellátottsági számot jelenti az Mn jelölés, a többi jelek magyarázata pedig megtalálható az 1. táblázatban.

A 25-ös, gyenge mangánellátottsági felső határérték természetesen csak olyan talajra vonatkozik, amelyen kukoricát termesztenek, mivel más növények más mangánellátottsági szintet kívánnak meg.

Az ajánlott képlet segítségével kiszámítottuk különböző talajfőttípusokba tartozó feltalajminták mangánellátottsági számát, és azok megoszlását összehasonlítottuk a BERGMANN [1] könyvében található ideiglenes határértékek alapján KERESZTÉNY és NAGY [5] szerint számított mangánellátottsági számok gyakorisági megoszlásával. Ezeket az értékeket a 3. táblázat adatai tartalmazzák. A 3. táblázat adatai szerint az új képlet alkalmazásával a réti talajok között csökkentek, a csernozjomtalajok között pedig növekedtek a kiugróan nagy mangánellátottsági számok.

4. táblázat

A régi és az új képlettel számított mangánellátottsági szintek %-os gyakorisági megoszlása különböző talajfő típusokban és a gyengén ellátottnak ítélt minták számának %-os egyezése

| (1)<br>Mn-ellátottsági szint | (2)<br>Öntéstalajok |           | (3)<br>Réti talajok |           | (4)<br>Láptalajok |           | (5)<br>Barna erdő-<br>talajok |           | (6)<br>Csernozjom<br>talajok |           |
|------------------------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------------------------|-----------|
|                              | (7)<br>Régi         | (8)<br>Új | (7)<br>Régi         | (8)<br>Új | (7)<br>Régi       | (8)<br>Új | (7)<br>Régi                   | (8)<br>Új | (7)<br>Régi                  | (8)<br>Új |
|                              | képlettel számolva  |           |                     |           |                   |           |                               |           |                              |           |
| a) Gyenge                    | 89                  | 13        | 66                  | 9         | 71                | 78        | 7                             | 2         | 74                           | 16        |
| b) Közepes                   | 0                   | 50        | 12                  | 27        | 22                | 18        | 27                            | 4         | 23                           | 20        |
| c) Jó                        | 12                  | 37        | 24                  | 64        | 9                 | 4         | 64                            | 94        | 2                            | 64        |
| d) %-os egyezés              | 15                  |           | 14                  |           | 91                |           | 29                            |           | 22                           |           |

Ugyanezen gyakorisági értékeket összevonva, gyenge, közepes és jó ellátottsági kategóriákba csoportosítva tartalmazza a 4. táblázat.

A 4. táblázat adatai szerint a régi és az új határérték rendszerrel nagyjából egyformán ítéljük meg a láptalajok és a barna erdőtalajok mangánnal való ellátottságát. Az öntéstalajok, a réti talajok és a csernozjomok között azonban az ajánlott képlet segítségével értékelve sokkal kevesebb mangánhiányos talajt találunk, mint a BERGMANN [1] könyvében megadott ideiglenes határértékek alapján. Nyilvánvaló, hogy az ajánlott újabb képlet alkalmasabb a talajok mangánnal való ellátottságának a jellemzésére, hiszen alig képzelhető el, hogy öntéstalajaink 89%-a, réti talajaink 66%-a, csernozjomtalajainknak pedig 74%-a mangánhiányos lenne, ahogyan azt a hagyományos határértékek alapján megállapíthatnánk. Ha így volna, bizonyára igen elterjedt lenne e talajfő típusokon a növények hiánybetegsége, és igen jó hatással lehetne a mangántrágyákat alkalmazni. A megfigyelések és az eddigi szántóföldi kísérletek azonban nem engednek ilyen elterjedt mangánhiányra következtetni.

A Növényvédelmi és Agrokémiai Központ agrokémiai laboratóriumai-ban használt EDTA + KCl-os kivonószerszerrel kioldott talaj-mangántartalmakal is alakítottunk ki képleteket a kukoricalevelek mangántartalmával mutatott összefüggéseik alapján. Ezeket a képleteket, továbbá a képletekkel kiszámított mangánellátottsági számok, valamint a kukoricalevelek mangántartalma közötti összefüggéseket jellemző korrelációs együtthatókat a 2. táblázat 5–8. sorai tartalmazzák.

Ezek az adatok arról tanúskodnak, hogy az EDTA + KCl-al kioldott talaj-mangántartalmak ugyan gyengébb korrelációban vannak a kukoricalevelek mangántartalmával, mint a hagyományos szulfít-mangánértékek, az előbbieket négyzetgyöke azonban csaknem pontosan ugyanolyan mértékű korrelációban van, amit a két tizedesig egyező korrelációs együtthatók jeleznek. Az EDTA + KCl-al kivont talaj-mangántartalmak négyzetgyökének az ARANY szerint meghatározott kötöttségi számmal való osztása is olyan mangánellátottsági számot eredményezett, amely lényegesen szorosabb korrelációban volt a kukoricalevelek mangántartalmával, mint maga a talaj-mangántartalom négyzetgyöke.



Az 5-tel csökkentett pH-értékek szorozóként való alkalmazása kissé fokozta a kapott mangánellátottsági szám összefüggésének szorosságát.

A 2. táblázat 1–4., valamint 5–8. sorainak összehasonlítása révén kitűnik, hogy az 1. és 6., a 3. és 7., továbbá a 4. és 8. sorszámú összefüggések szorossága gyakorlatilag azonos. A hagyományos, KGST-államok által javasolt szulfít-mangántartalom tehát ugyanolyan hatékonysággal jelzi a növények mangánfelvételét, mint az agrokémiai laboratóriumok által használt EDTA + KCl-dal kivont talaj-mangántartalmak. A kétféle oldószerrel meghatározott talaj-mangántartalmakból számított mangánellátottsági szám értékét a talaj fizikai félesége és kémhatása egyformán befolyásolja.

A 2. táblázatban található 8. sorszámú képlet szorozótényezőjét úgy számítottuk ki, hogy a tanulmányozott talajok e képlettel számított értékeinek átlagával elosztottuk a 4. képlettel számított értékek átlagát. Ebből kiderült, hogy az  $Mn_{sz}$ -szel számított értékek 3,84-szeresei az  $Mn_E$ -vel számított értékeknek. Mivel az  $Mn_{sz}$ -el számított értékek szorzószáma 37, az  $Mn_E$ -vel számítottaké 3,84-szer 37 kell hogy legyen, ami közelítőleg 142-vel egyenlő. Az EDTA + KCl-os kivonattal meghatározott talaj-mangántartalmakkal számított mangánellátottsági szám képlete tehát a következő:

$$Mn_e = \frac{142 (pH-5) \cdot (Mn_E)^{0,5}}{K}$$

Az így kialakított képletek természetesen nem véglegesek, más növényekre is kiterjeszthetők, és új talajparaméterek bevonásával tovább tökélesíthetők.

### Következtetések

A növény- és talajvizsgálati adatok közötti összefüggések az alábbi következtetésekre vezettek:

1. A talajminták könnyen oldódó mangántartalma mellett a talaj fizikai félesége a talaj mangánellátottságának legfontosabb tényezője. Ha a talaj könnyen oldódó mangántartalmát is figyelembe vesszük, a pH-érték szerepe nem jelentős, és növekedésével növekszik a mangánellátottság.

2. A talajok mangánellátottsági számát az alábbi képletekkel lehet kiszámítani:

$$Mn_e = \frac{37 Mn_{sz}(pH-5)}{K} \text{ vagy } Mn_e = \frac{142 (pH-5) \cdot (Mn_E)^{0,5}}{K}$$

E képletekben  $Mn_{sz}$  a mangánellátottsági számot,  $Mn$  a szulfít-mangántartalmat (SCHACHTSCHABEL, 8,0 pH),  $Mn$  a 0,05 M EDTA + 0,1 n KCl-al kioldott talaj-mangántartalmat, pH a vizes szuszpenzióban mért pH-értéket, K pedig az ARANY szerint meghatározott kötöttségi számot jelenti. A képlet csak a 6,5–8,0 pH-jú talajokra érvényes. Ha ennél savanyúbb vagy lúgosabb talajok mangánellátottsági számát akarjuk kiszámítani, célszerű 6,5, illetőleg 8,0 pH-értékkel számolnunk.

3. A közepes mangánellátottságot a 26–50  $Mn_e$ -értékek jelentik.

4. A hagyományos szulfitos, továbbá az agrokémiai laboratóriumokban jelenleg használt EDTA + KCl-os talajmangánkioldás egyenlő mértékben alkalmas a talaj mangánellátottságának jellemzésére.

## Irodalom

- [1] BERGMANN, W.: Die Bedeutung der Mikronährstoffe in der Landwirtschaft. Fortschrittsber. Landwirt. Berlin. **6**. 1–123. 1968.
- [2] GRUBER, P.: Bedeutung der Spurenelemente in der Pflanzenproduktion. Der Förderungsdienst. **17**. (8). 269–278. 1969.
- [3] KERESZTÉNY, B.: Talajtulajdonságok és mikroelem-tartalom összefüggései kisalföldi talajokban. Kandidátusi értekezés. Mosonmagyaróvár. 1971.
- [4] KERESZTÉNY, B.: Mikroelem-ellátottsági számok alkalmazása. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem. **17**. (3/b.) 5–33. 1974.
- [5] KERESZTÉNY, B. & NAGY, L.: A mikroelem-ellátottsági számok egyenértékűsítése. KATE Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtud. Kar Közlem. **18–19**. (2) 133–167. 1976–1977.
- [6] MÜLLER, K. H.: Molybdändüngungsversuche zu Luzerne. Bericht über Versuchs- und Untersuchungsergebnisse der Jahre 1960–1962. Jena. 467–470. 1964.
- [7] NELSON, L. G.: Fertilizer program based on soil tests and plant analysis. Agric. Chem. **27**. (6) 10–22. 1972.
- [8] PEVJE, JA. V. & RIN'KISZ, G. JA.: Metodü büsztrogo opredelenija dosztupnüh razstenijam mikroelementov (Cu, Zn, Mn, Co, Mo i B) v pocsvah. Poesvovedenie. (9). 65–72. 1959.
- [9] SCHACHTSCHABEL, P.: Die Bestimmung des Manganversorgungsgrades von Böden und seine Beziehung zum Auftreten der Dörrfleckenkrankheit bei Hafer. Z. Pflernähr. Düng. **78**. 147–167. 1957.
- [10] VETTER, H., GRUMMER, & BRONCH, : Magnesium, Mangan und Kupfer für Boden, Pflanze und Tier. Bonn–Bad-Godesberg, Land- und Hauswirtschaftlicher Auswertungs- und Informationsdienst. 1–32. 1971.

Érkezett: 1978. július 24.

## Formula of the Mn-Supply Number

B. KERESZTÉNY, L. NAGY and A. FEKETE

Agricultural Faculty of the University of Keszthely, Station for Plant Protection and Agrochemistry of the Comitat Győr-Sopron, Centre for Plant Protection and Agrochemistry of the Ministry of Food and Agriculture, Mosonmagyaróvár, (Hungary)

## Summary

On the basis of the data of 42 surface soil- and maize leaf samples, which originated from different main soil types of the Dunántúl, (part of the country lying west of the Danube) a correlation between the Mn-content of the maize leaves, the easily soluble Mn-content of the soil and other soil parameters was examined. Using the different soil parameters some formulae were constructed and one of them was accepted as the most convenient which resulted in the closest correlation between the Mn-content of the maize leaves and the Mn-supply number calculated by the formula. The investigations and calculations led to the following conclusions:

1. The most important factor of the Mn-supplying capacity of the soil is — besides the easily soluble Mn-content of the soil — the physical composition of the soil. If the easily soluble Mn-content of the soil is also taken into consideration the pH-value is of little importance. Together with its increase the Mn-supply also rises.

2. The Mn-supply number of the soils can be calculated by the following formulae:

$$Mn_e = \frac{37 Mn_{sz}(pH - 5)}{K} \quad \text{or} \quad Mn_e = \frac{142 (pH - 5) \cdot (Mn_E)^{0.5}}{K}$$

Where  $Mn_e$  = Mn-supply number;  $Mn_{sz}$  = sulphite-Mn-content (Schachtschabel, pH = 8);  $Mn_E$  = Mn-content of the soil soluble in 0.05 M EDTA + 0.1 N KCl solution; pH = pH-value of the soil determined in a water suspension; K = sticky number according to Arany.



The formulae are valid only for soils with pH-values between 6,5 and 8,0. If the Mn-supply number of soils of more acid or alkaline reaction is to be calculated, it is advisable to put in for the pH values 6,5 and 8,0, resp.

3. The  $Mn_e$ -numbers of 26–50 mean a medium Mn-supply.

4. Both the traditional dissolution of the easily soluble Mn-content of the soil by sulphite, and the one by EDTA + KCl, used in the agrochemical laboratories, characterize the Mn-supplying capacity of the soil in the same way.

*Table 1.* Extreme values of the data of soil samples taken from under maize plants. (1) Soil data. (2) Lowest value. (3) Highest value, (4) Average, (K) Sticky number according to Arany, (Sz) Organic matter content, %. (pH) pH-value determined in a soil-water suspension, (pH<sub>KCl</sub>) pH-value determined in a soil-N KCl-suspension, (Ca) lime-content, %. ( $Mn_{sz}$ ) Sulphite-Mn-content, mg Mn/kg. ( $Mn_E$ ) Mn-content extracted by EDTA + KCl, mg Mn/kg. The same signs are used in the formulae.

*Table 2.* Correlation coefficients characterizing the connection between the Mn-content of the maize leaves and the Mn-supply numbers calculated by different formulae, formed by using different soil parameters. (1) Serial number of formula, (2) The formula,  $Szr_{5\%}$  smallest value of the significant correlation coefficient. The signs in the formulae agree with the markings of Table 1.

*Table 3.* Frequency distribution in different soil types of the values of the Mn-supply number calculated by the old and the new formula (%). (1) Mn-supply number. (2) Alluvial soils. (3) Meadow soils. (4) Bog soils. (5) Brown forest soils. (6) Chernozem soils. (7) Number of samples. (8) Calculated by the old formula. (9) Calculated by the new formula. *a)* Total number.

*Table 4.* Frequency distribution in the various main soil types (in %) of the levels of Mn-supply calculated by the old and the new formula and percental correspondence of the number of samples judged as poorly supplied. (1) Level of Mn-supply: *a)* poor, *b)* medium, *c)* good, *d)* percental correspondence. (2)–(6) see Table 3. (7) Calculated by the old formula. (8) Calculated by the new formula.

## Formel der Mn-Zahl des Mn-Versorgungsgrades der Böden

B. KERESZTÉNY, L. NAGY und A. FEKETE

Landwirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Agrarwissenschaftlichen Universität zu Keszthely, Pflanzenschutz- und Agrochemische Station des Komitates Győr-Sopron, Zentrale für Pflanzenschutz und Agrochemie des Ministeriums für Landwirtschaft und Ernährungswesen, Mosonmagyaróvár, (Ungarn)

### Zusammenfassung

Es wurde aufgrund der Untersuchungsangaben von 42, aus den verschiedenen Bodenhaupttypen Transdanubiens stammenden Ackerkrumenproben und den dazugehörigen Maisblattproben der Zusammenhang zwischen dem Mn-Gehalt der Blätter und dem leichtlöslichen Mn-Gehalt des Bodens, und noch weiteren Bodenparametern ermittelt. Mit Hilfe der verschiedenen Bodenparameter wurden Formeln aufgestellt, von denen jene als zweckentsprechendste angenommen wurden, die den engsten Zusammenhang zwischen dem Mn-Gehalt der Maisblätter und den mit der Formel berechneten Mn-Zahlen aufwiesen. Die Untersuchungen und Berechnungen führten zu folgenden Folgerungen:

1. Den wichtigsten Faktor der Mn-Versorgtheit des Bodens bildet — ausser dem leichtlöslichen Mn-Gehalt der Böden — der physikalische Bodentyp. Wird auch der leichtlösliche Mn-Gehalt des Bodens in Betracht genommen, so spielt der pH-Wert keine bedeutende Rolle, mit seiner Erhöhung steigt auch der Mn-Versorgungsgrad an.

2. Die Mn-Zahl der Böden kann mit folgenden Formeln berechnet werden:

$$Mn_e = \frac{37 Mn_{sz}(pH - 5)}{K} \text{ oder } Mn_e = \frac{142 (pH - 5) \cdot (Mn_E)^{0,5}}{K}$$

In diesen Formeln bedeutet:  $Mn_e$  = die Mn-Zahl des Mn-Versorgungsgrades der Böden;  $Mn_{sz}$  = den Sulfid-Mn-Gehalt (Schachtschabel, pH = 8);  $Mn_E$  = den mit 0,05 M EDTA + 0,1 N KCl extrahierten Mn-Gehalt des Bodens; pH = den in wässriger Suspension gemessenen pH-Wert; K = die Bindigkeitszahl nach Arany.

Die Formel ist nur für Böden mit einem pH-Wert von 6,5—8,0 gültig. Sollte die Mn-Zahl von stärker sauren oder alkalischen Böden berechnet werden, ist es zweckmässig mit dem pH-Wert von 6,5, bzw. 8,0 zu rechnen.

3. Einen mittleren Mn-Versorgungsgrad bedeuten die Mn-Zahlen von 26—50.

4. Sowohl die übliche Mn-Extraktion mit Sulfit, wie auch die in den agrochemischen Laboratorien verwendete EDTA-KCl-Extraktion sind gleichermassen zur Charakterisierung des Mn-Versorgungsgrades der Böden geeignet.

Tab. 1. Extremwerte der Untersuchungsangaben von Bodenproben genommen unter den Maispflanzen. (1) Bodenuntersuchungsangaben. (2) Der niedrigste Wert, (3) der höchste Wert, (4) Mittelwert, (K) Bindigkeitszahl nach Arany, (Sz) Gehalt an organischen Stoffen (%), (pH) pH-Wert gemessen in einer wässrigen Suspension, ( $pH_{KCl}$ ) pH-Wert gemessen in einer N—KCl Suspension, (Ca) Kalkgehalt, %, ( $Mn_{sz}$ ) Sulfit-Mn-Gehalt, mg Mn/kg, ( $Mn_E$ ) Mn-Gehalt extrahiert mit einer EDTA-KCl-Lösung, mg Mn/kg. Die gleichen Bezeichnungen stehen auch in den Formeln.

Tab. 2. Korrelationskoeffizienten der Zusammenhänge zwischen dem Mn-Gehalt der Maisblätter und den Mn-Zahlen, die aus den mit den verschiedenen Bodenparametern aufgestellten Formeln berechnet wurden. (1) Laufende Nummer der Formel, (2) Die Formel,  $Sz_{3\%}$  Wert des kleinsten signifikanten Korrelationskoeffizienten. Die Bezeichnungen in den Formeln stimmen mit denjenigen von Tab. 1. überein.

Tab. 3. Häufigkeitsverteilung der mit der alten und mit der neuen Formel berechneten Mn-Zahlen in den verschiedenen Bodentypen (%). (1) Mn-Zahl. (2) Alluvialböden. (3) Wiesenböden. (4) Moorböden. (5) Braune Waldböden. (6) Tschernozemböden. (7) Anzahl der Proben. (8) berechnet mit der alten Formel. (9) berechnet mit der neuen Formel. a) insgesamt.

Tab. 4. Perzentuelle Häufigkeitsverteilung der Mn-Versorgungsgrade, berechnet mit der alten und der neuen Formel, in verschiedenen Hauptbodentypen und perzentuelle Übereinstimmung der Proben mit einem schwachen Versorgungsgrad. (1) Mn-Versorgungsgrad: a) schwach, b) mittelmässig, c) gut, d) %-elle Übereinstimmung. (2) — (6) s. Tab. 3. (7) mit der alten Formel berechnet, (8) mit der neuen Formel berechnet.

## Уравнения для вычисления обеспеченности почв марганцем

Б. КЕРЕСТЕНЬ, Л. НАДЬ и А. ФЕКЕТЕ

Сельскохозяйственный факультет Мошонмадьароварского Аграрного Университета, Станция по защите растений и агрохимии области Дьёр-Шопрон и Центр по защите растений и агрохимии МСХПП ВНР

### Резюме

На основании результатов исследования 42-х средних образцов, взятых из верхних горизонтов различных почв Задуная, и анализа листьев кукурузы искали связь между содержанием марганца в листьях, содержанием легкорастворимого марганца в почвах и другим параметрами. По различным параметрам вывели уравнения и нашли, что наиболее пригодными являются те уравнения, которые показали наиболее тесную зависимость между содержанием марганца в листьях кукурузы и числом обеспеченности почв марганцем, определенным расчетным путем. Проведенные исследования и расчеты позволили сделать следующие выводы:

1. Наряду с содержанием в почвах легкорастворимого марганца, самым важным фактором в обеспеченности их этим элементом является механический состав почв. Если учесть содержание в почве и легкорастворимого марганца, то pH играет незначительную роль, с ее увеличением обеспеченность марганцем повышается.

2. Число обеспеченности почв марганцем можно вычислить по нижеследующим уравнениям:

$$Mn_e = \frac{37 Mn_{sz}(pH - 5)}{K} \quad \text{или} \quad Mn_e = \frac{142 (pH - 5) \cdot (Mn_E)^{0,5}}{K}$$

В этих уравнениях  $Mn_e$  — число обеспеченности почв марганцем,  $Mn_{sz}$  — содержание сульфит-марганца (по Шахтшабелю, 8 pH),  $Mn_E$  — содержание марганца, растворимого в 0,05 М EDTA + 0,1 н. KCl, pH — величина pH в водной суспензии, K — число связности по Арань (механический состав).

Уравнение достоверно только для почв с pH 6,5–8,0. Если хотим рассчитать число обеспеченности марганцем для более кислых или более щелочных почв, целесообразно проводить расчеты с pH 6,5 или 8,0.

3. Средняя обеспеченность марганцем составляет величину 26–50  $Mn_p$ .

4. Обычный сульфитный метод и растворение марганца в растворе EDTA + KCl, как это принято в агрохимических лабораториях, в одинаковой степени пригодны для характеристики обеспеченности почв марганцем.

*Табл. 1.* Предельные величины результатов исследований почвенных образцов, взятых под кукурузой. (1) Результаты почвенных исследований (2) Самые низкие величины, (3) Самые высокие величины, (4) Среднее. (K) Число связности по Арань, показывающее механический состав почвы. (Sz) Содержание органического вещества в %. (pH) Величины pH, измеренные в водной почвенной суспензии, (pH<sub>KCl</sub>) Величины pH, измеренные в KCl-почвенной суспензии. (Ca) Содержание извести в %. ( $Mn_{sz}$ ) Содержание сульфит-марганца мг/кг, ( $Mn_p$ ) Содержание марганца растворимого в EDTA + KCl, мг/кг. Те же самые обозначения использованы в уравнениях.

*Табл. 2.* Коэффициенты корреляции, характеризующие зависимость между содержанием марганца в листьях кукурузы и числом обеспеченности почв марганцем, рассчитанным по уравнениям, включающим различные почвенные параметры. (1) Номер уравнения. (2) Уравнение, Szr 5% самое низкое значение достоверного коэффициента корреляции. Обозначения в уравнениях соответствуют обозначениям, приведенным в таблице 1.

*Табл. 3.* Распределение частоты встречаемости величин обеспеченности марганцем, рассчитанных по старому и новому уравнениям, в различных почвах (%). (1) Число обеспеченности почв марганцем. (2) Аллювиальные почвы. (3) Луговые почвы. (4) Болотные почвы. (5) Бурные лесные почвы. (6) Черноземы. (7) Номер образца. (8) Рассчитанные по старому уравнению. (9) Рассчитанные по новому уравнению. а) Всего.

*Табл. 4.* Распределение процентной частоты встречаемости уровней обеспеченности марганцем, рассчитанные по старому и новому уравнениям в различных типах почвы и процент слабо обеспеченных марганцем почвенных образцов. (1) Уровень обеспеченности марганцем: а) слабо обеспечены; б) средние обеспечены; в) хорошо обеспечены; д) % соотношение. (7) Рассчитано по старому уравнению. (8) Рассчитано по новому уравнению.